

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
2009/2010 Academic Session

April/May 2010

## **EAS 355/2 – Advanced Concrete Technology** *[Teknologi Konkrit Lanjutan]*

Duration : 2 hours  
*[Masa : 2 jam]*

---

Please check that this examination paper consists of **ELEVENT (11)** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEBELAS (11)** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

**Instructions** : This paper contains **SIX (6)** questions. Answer **FOUR (4)** questions. All questions carry the same marks.

**Arahan** : Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **EMPAT (4)** soalan. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.

You may answer the question either in Bahasa Malaysia or English.

*[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris].*

All questions **MUST BE** answered on a new page.

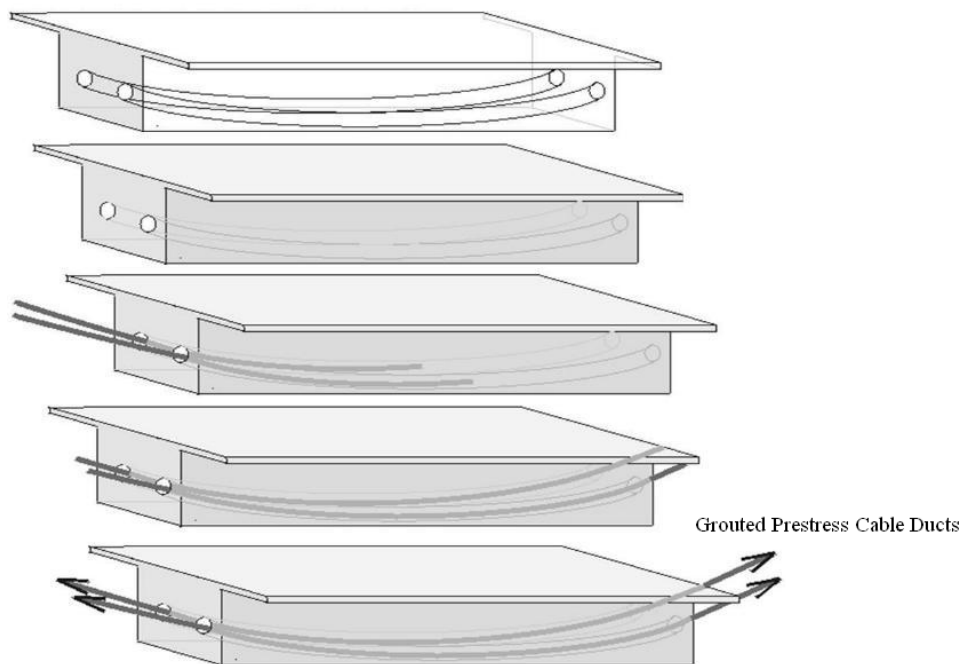
*[Semua soalan **MESTILAH** dijawab pada muka surat baru].*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].*

1. **Case Study:**

Pre-stressing steel is affected more by deterioration than regular steel reinforcement. Due to its high mechanical strength and metallurgical characteristics, a strand of pre-stressing steel is smaller in cross-section than traditional reinforcing steel and is proportionally more weakened by loss of cross-sectional area. It is also vulnerable to less common and less predictable forms of damage, such as stress corrosion, hydrogen-assisted cracking, corrosion fatigue, and fretting corrosion. Although attempts have been made, with some degree of success, to apply various NDT approaches for the detection of damage, such as voids, cracks, and pre-stressing wire breaks, further research is required for more reliable techniques to be employed in order to detect corrosion defects or breaks in bonded or partially bonded tendons (Figure 1).



**Figure 1**

- (a) Various NDT techniques can be used to assess the condition of grouted pre-stressed cable ducts in order to detect any damage due to structural ageing and deterioration in grout-encased pre-stressing tendons. Which NDT methods would be the most effective techniques for assessing grouted pre-stressed cable ducts in post-tensioned bridge decks in order to determine the loss in cross-sectional area of the steel strands due to ageing and deterioration? Please refer to Figure 1.

[15 marks]

- (b) Describe the advantages of using Optical and Thermographic Imaging Methods for surface crack analysis over visual inspection methods.

[10 marks]

2. Deterioration Mechanisms

- (a) Give a brief explanation of the **TWO (2)** broad categories of cracking that result in concrete deterioration.

[7 marks]

- (b) List **FIVE (5)** deterioration mechanisms that lead to concrete damage. Briefly explain **TWO (2)** of the mechanisms.

[10 marks]

- (c) What is the main deterioration mechanism that affects concrete highway bridges? Describe how this mechanism causes damage to structures that are subject to tropical weather conditions: hot and humid.

[8 marks]

3. (a) Explain the advantages of using NDT methods for evaluating concrete structures over conventional destructive methods.

[10 marks]

- (b) What are the **FOUR (4)** most common Stress wave techniques employed for assessing structures? Briefly explain the principles, applications, advantages and disadvantages of **TWO (2)** of the techniques.

[15 marks]

4. (a) State the differences between polymer impregnated concrete and polymer modified concrete.

[5 marks]

- (b) What is meant by fibre reinforced concrete? Discuss the effects of incorporating fibres in concrete. List out the different types of fibres used.

[10 marks]

- (c) Explain briefly the production of high strength concrete. What are the factors to be considered when designing a high strength concrete mix?

[10 marks]

5. (a) Define the meaning of pozzolanic material.

[4 marks]

- (b) Explain the mechanisms of action of superplasticiser which enable reduction in water demand of concrete by up to 30 %.

[8 marks]

- (c) Discuss the strength development characteristics of the fly ash concrete as shown by the relative strength plot in Figure 2.

[8 marks]

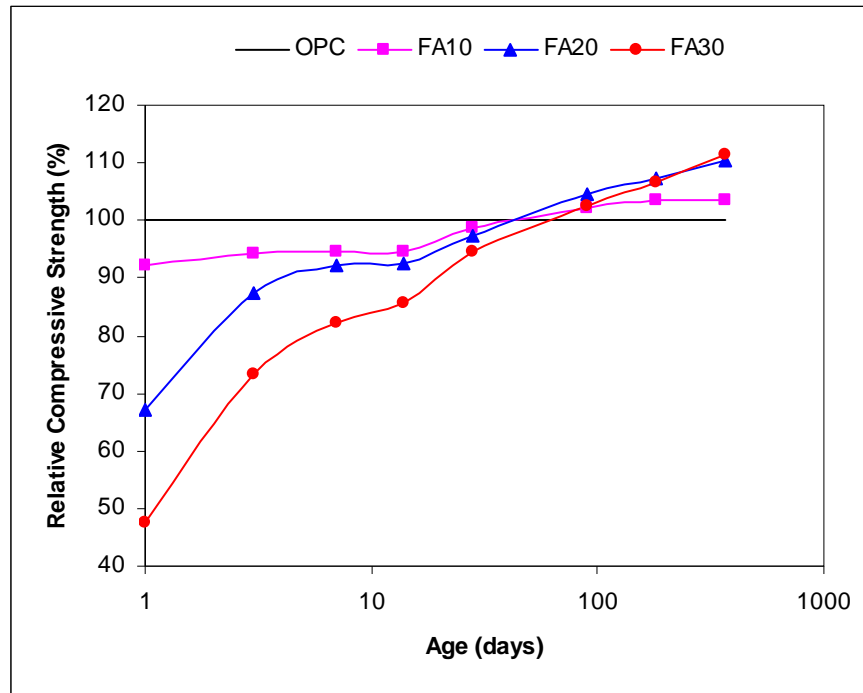


Figure 2

- (d) Discuss the characteristics of silica fume, fly ash and metakaolin which could exacerbate the risk and effect of plastic shrinkage cracking of concrete exposed to hot and arid environment.

[5 marks]

6. (a) Briefly describe the importance of inspection and diagnosis before commencing repair work to concrete structure.

[4 marks]

- (b) With the aid of suitable sketch, briefly explain the preplaced aggregate pressure grouting technique for retrofitting concrete structural member.

[5 marks]

- (c) Several corrosion damaged reinforced concrete beams for a marine jetty have been repaired using conventional concrete. The damages were mainly concentrated on the soffit of the beams which were exposed to tidal zone. After the completion of the repair work, typical wide cracking could be observed throughout the interface (transition zone) between the repaired area and the parent concrete. With the aids of suitable sketch, discuss how the cracking could occur and describe suitable measures to reduce the risk of recurrence of similar problem.

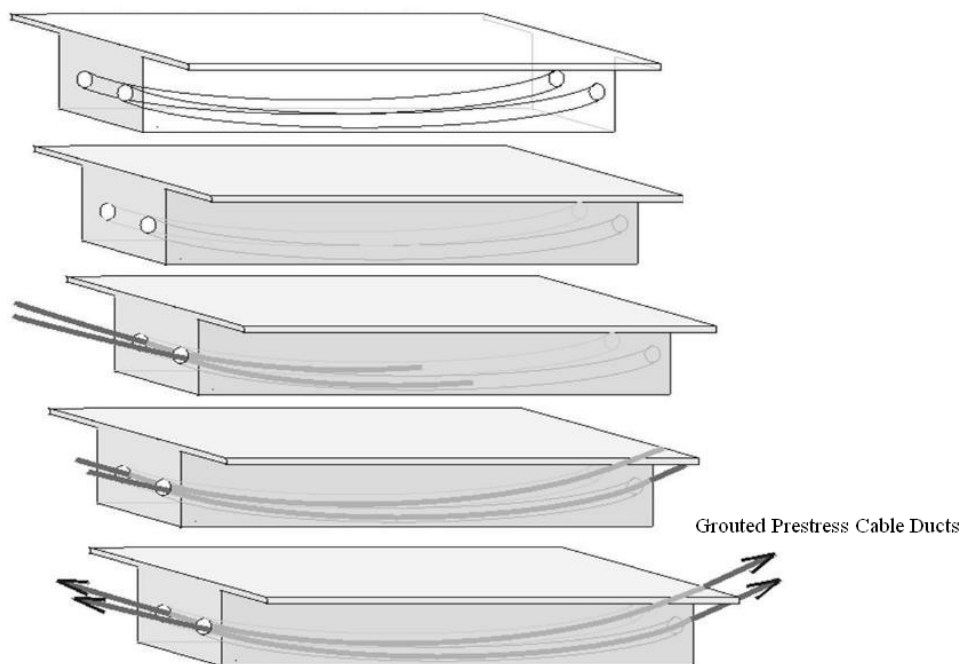
[8 marks]

- (d) A pier of a highway bridge has been damaged due to accidental impact by a 40 footer tanker truck. Since the damage did not affect the whole pier, partial reconstruction of the pier has been performed using preplaced aggregate pressure grouting technique. A few months after the repair was performed, cracking could be observed at the pier, concentrating at the unrepaired area (parent concrete) as well as at the transition zone. Discuss the probable reasons which could have contributed to this cracking problem. Provide suitable sketches to elucidate your explanation.

[8 marks]

**1. Kajian Kes:**

*Keluli pra-tegasan lebih dipengaruhi oleh kemerosotan berbanding dengan keluli tetulang biasa. Atas sebab kekuatan mekanikal dan sifat “metallurgical” yang tinggi. Keratan satu lembar keluli pra-tegasan adalah lebih kecil daripada keluli tetulang tradisional, dan ia juga lebih terjejas akibat kehilangan luas keatan. Ia juga lebih dipengaruhi oleh kerosakan yang kurang biasa dan lebih susah dijangka seperti pengaratan tegasan, retakan dengan bantuan hydrogen, pengaratan lesu, dan pengaratan frettiy. Walaupun usaha telah dibuat dengan kejayaan pada tahap tertentu, untuk menggunakan berbagai pendekatan NDT untuk pengesanan kerosakan seperti liang, keretakan dan wayar pra-tegasan terputus, penyelidikan lanjutan diperlukan untuk teknik yang lebih dipercayai untuk mengesan kecacatan pengaratan atau kegagalan akibat putus dalam tendon berturap atau separa berturap ( Rajah 1).*



**Rajah 1**

- (a) *Pelbagai teknik pengujian tanpa musnah boleh digunakan untuk menilai keadaan kabel pra-tegasan bersesalur dan berturap bagi mengenalpasti kerosakan disebabkan pengusiaan struktur dan kemerosotan di dalam tendon pra-tegasan berturap. Kaedah pengujian tanpa musnah yang mana adalah yang paling efektif untuk menilai sesalur pasca tegangan di dalam geladak jambatan bagi menentukan kehilangan luas keratan rentas lembar keluli disebabkan pengusiaan dan kemerosotan.*

[15 markah]

- (b) *Huraikan kebaikan penggunaan kaedah Optik dan Pengimejan Termografi untuk menganalisa retakan permukaan berbanding dengan kaedah pemeriksaan visual.*

[10 markah]

2. *Kemerosotan Konkrit*

- (a) *Berikan penjelasan ringkas **Dua (2)** kategori utama retakan yang boleh mengakibatkan kemerosotan konkrit.*

[7 markah]

- (b) *Senaraikan **Lima (5)** mekanisme kemerosotan yang boleh menyebabkan kerosakan konkrit. Terangkan secara ringkas **Dua (2)** mekanisme yang disenaraikan.*

[10 markah]

- (c) *Terangkan bagaiman mekanisme ini menyebabkan kecacatan kepada struktur yang terdedah kepada cuaca tropika: panas dan lembab.*

[8 markah]



3. (a) *Terangkan kebaikan penggunaan kaedah NDT dalam penilaian struktur konkrit berbanding dengan kaedah memusnah yang konvensional.*

[10 markah]

- (b) *Apakah **Empat (4)** teknik umum gelombang tegasan yang digunakan untuk menilai struktur? Jelaskan dengan ringkas prinsip, penggunaan, kebaikan dan kelemahan **Dua (2)** daripada teknik yang diberikan.*

[15 markah]

4. (a) *Nyatakan perbezaan-perbezaan diantara konkrit terisi tepu polimer dan konkrit terubahsuai polimer.*

[5 markah]

- (b) *Apakah yang dimaksudkan dengan konkrit bertetulang gentian? Bincangkan kesan-kesan mencampurkan gentian ke dalam konkrit. Senaraikan jenis-jenis gentian yang berlainan yang digunakan.*

[10 markah]

- (c) *Terangkan secara ringkas proses penghasilan konkrit berkekuatan tinggi. Apakah faktor yang perlu dipertimbangkan dalam merekabentuk campuran konkrit berkekuatan tinggi.*

[10 markah]

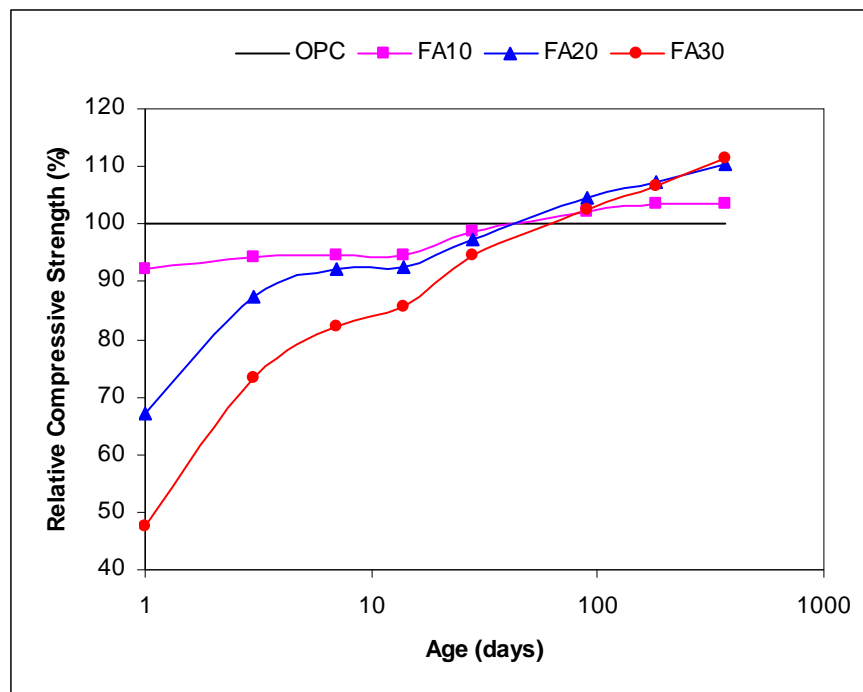
5. (a) *Takrifkan maksud bahan pozolana.*

[4 markah]

- (b) Terangkan mekanisme-mekanisme tindakan bahan superpempplastikan yang membolehkan pengurangan keperluan air bancuhan konkrit sehingga 30 % dicapai.

[8 markah]

- (c) Bincangkan ciri-ciri pembentukan kekuatan konkrit abu terbang seperti yang ditunjukkan oleh pelot kekuatan relatif di Rajah 2.



**Rajah 2**

[8 markah]

- (d) Bincangkan ciri-ciri wasap silika, abu terbang dan metakaolin yang boleh meningkatkan risiko dan kesan retak pengecutan plastik bagi konkrit yang terdedah kepada persekitaran yang panas dan kering.

[5 markah]

6. (a) Jelaskan secara ringkas kepentingan penyiasatan dan diagnosa sebelum melakukan kerja baik pulih terhadap struktur konkrit.

[4 markah]

- (b) *Dengan berbantuan lakaran yang sesuai, terangkan secara ringkas teknik pembaikan penurapan bertekanan agregat pra-letak bagi membaiki anggota struktur konkrit.*

[5 markah]

- (c) *Beberapa rasuk konkrit bertetulang bagi sebuah jeti marin yang mengalami pengaratan tetulang telah dibaik pulih menggunakan konkrit konvensional. Kerosakan yang berlaku akibat daripada pengaratan tertumpu kepada bahagian bawah rasuk yang terdedah kepada zon pasang surut air laut. Selepas kerja pembaikan selesai, retak-retak lebar yang tipikal boleh dilihat di sepanjang zon antara muka (zon transisi) diantara kawasan yang dibaik pulih dan konkrit asal. Dengan berbantuan lakaran yang sesuai, bincangkan bagaimana retakan berkenaan boleh berlaku dan jelaskan langkah-langkah yang boleh diambil untuk mengurangkan risiko masalah yang sama berlaku.*

[8 markah]

- (d) *Sebatang tiang sambut bagi sebuah jambatan lebuhraya telah mengalami kerosakan ekor daripada impak kemalangan melibatkan lori tanki 40 kaki. Memandangkan kerosakan yang berlaku tidak menjejaskan keseluruhan tiang sambut, ia telah dibaik pulih secara pembinaan semula separa menggunakan teknik agregat pra-letak turap bertekanan. Beberapa bulan selepas pembaikan, retakan mula dikesan pada tiang sambut berkenaan dengan tumpuan retakan pada konkrit asal dan juga pada zon transisi. Bincangkan kemungkinan sebab-sebab yang telah menyumbang kepada masalah retakan yang dikesan. Gunakan lakaran-lakaran yang sesuai untuk membantu penjelasan anda.*

[8 markah]